

5. *Касьянов В.Ф.* Реконструкция жилой застройки городов/ В. Ф. Касьянов – М.: АСВ, 2002. – 207 с.
6. *Концепция* капитального ремонта, модернизации, реконструкции и реновации зданий, сооружений и территорий сложившейся застройки города, утв. постановлением Правительства Москвы от 21 января 2003 г. №28-ПП.
7. *Мауль В.П.* Технология и организация реконструкции и ремонта зданий и сооружений / В.П.Мауль. – Рудный: РИИ, 2000. – 260 с.
8. *Махровская А.В.* Реконструкция старых жилых районов крупных городов / А.В.Махровская. – Л.: Стройиздат, 1986. – 351 с.
9. *Балицкий В.С.* Аналіз інвестиційної привабливості будівельного комплексу України /В.С.Балицкий. Строительное производство. – К.: НИИСП, 1998. – Вып. 39. — С. 104 – 107.
10. *Шепелев Н.П.* Реконструкция городской настройки / Н.П.Шепелев, М.С.Шумилов. – М.: Высш. шк, 2000. – 271 с.

*Стаття надійшла 01. 12. 2014 р.*

УДК 69.05(075.8)

**И.В.Шумаков,  
В.Н.Секретная**

## **ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ**

### **АНОТАЦІЯ**

*Підвищення якості плитних конструкцій – один з напрямків інтенсифікації будівництва. Розглянуто елементи методології прогнозування параметрів плитних конструкцій підземних частин будівель. Норми, які діють в Україні не враховують показника якості плит (наприклад, з параметру горизонтальності). Методологія передбачає використання відповідних вимірювальних приладів з подальшою*

*показник горизонтальності плити, порівняти його з нормативним, вчасно виправити дефекти у випадку їхньої наявності та скоротити терміни будівництва, підвищити якість робіт.*

**Ключові слова:** плитні залізобетонні конструкції, прогнозування параметрів, якість.

### АННОТАЦИЯ

*Повышение качества плитных конструкций – одно из направлений интенсификации строительства. Рассмотрены элементы методологии прогнозирования параметров плитных конструкций подземных частей зданий. Действующие в Украине нормы не учитывают показателя качества плит (например, по параметру горизонтальности). Методология предусматривает использование соответствующих измерительных приборов с дальнейшей математической обработкой, что дает возможность получить показатель горизонтальности плиты, сравнить его с нормативным, вовремя исправить дефекты в случае их наличия и сократить сроки строительства, повысить качество работ.*

**Ключевые слова:** *плитные железобетонные конструкции, прогнозирование параметров, качество.*

### ABSTRACT

*The method of levelness calculation for the buildings is defined. Factors and variables which depend on concrete levelness are described. The example of concrete levelness survey, processing of survey data and calculation is given. The results of the calculation are compared to the standard classification which is developed by American concrete institute. Using the above mentioned method of calculation it is possible to avoid defect of wrong levelness of concrete slab, decrease the duration of construction project, and increase the quality of works. The method of calculation would be useful to consider using appropriate survey and measuring equipment with following mathematic processing.*

**Keywords:** *slab concrete structures, forecasting parameters, quality.*

Одним из направлений совершенствования методов устройства железобетонных фундаментных плит и плит перекрытий монолитных каркасов зданий является поиск новых решений сокращения продолжительности работ, который влияет на эффективность капиталовложений. Условия подземного строительства часто не позволяют применять традиционные методы. Увеличение подземной этажности с одновременным увеличением площади пятна застройки ведет к необходимости прогнозирования параметров качества плитных конструкций.

На основе анализа существующих исследований [1, 2, 5, 6, 9, 15] было установлено, что сейчас накоплен определенный экспериментальный и теоретический материал по исследованию особенностей армирования железобетонных конструкций с использованием различных методов сокращения трудоемкости и расхода материалов. В большинстве своем – это методы армирования отдельных специфичных конструкций, не предусматривающие прямого диалога с архитектурно-конструктивными и объемно-планировочными решениями для дальнейшей автоматизации

процесса изготовления арматурных плоскостей. Не было решений, предусматривающих рулонирование арматурных плоскостей. Слабыми в универсальности проработки всегда были проемы, края, сопряжения перекрытий, углубления и скачки фундаментных плит. Имеющие место практические наработки не отличаются высокой степенью унификации и повторяемости.

Качество плоскости плиты для последующих покрытий полов является необходимым условием их долговечности. Особенно актуален вопрос ровности плит ниже нулевой отметки для зданий логистики, торговых залов, а также объектов, где предусмотрен напольный транспорт. Для эффективной работы данной техники к ровности плиты пола предъявляются жёсткие требования. На их ровность влияет качество выполнения отделочных операций.

**Цель статьи.** Предложить элементы методологии прогнозирования параметров плитных железобетонных конструкций, способствующие повышению показателей ровности.

Достижению цели способствует система проектирования, изготовления и монтажа элементов арматуры в рулонах [10, 14]. Экономичность является результатом использования электронных данных в проектировании и производстве арматуры, максимального коэффициента использования материалов, а также оптимизации использования ресурсов во всех технологических операциях. Данная технология армирования используется в 28 странах мира и является экономичным методом армирования железобетонных перекрытий и фундаментных плит в строительстве подземных частей зданий. Трудоемкая и зависящая от погодных условий укладка арматуры на объекте почти полностью заменяется производством в цеховых условиях. Каждый арматурный ковер включает арматурные стержни одного направления, соединенные гибкими лентами. Станок-автомат приваривает стержни с проектным шагом к монтажным лентам и создает точные по размеру рулоны арматуры, которые доставляются на строительную площадку и там раскатываются (рис. 1).



Рис. 1. Раскатывание первого рулона нижнего армирования:  
а – на перекрытии; б – на бетонной подготовке фундаментной плиты

Два ковра с перпендикулярно ориентированными стержнями, уложенные друг на друга, выполняют функцию арматурной сетки.

В зависимости от местных условий и планировки здания производится раскрой арматурного ковра с учетом всех выемок, отверстий и т.п. Расчетной базой данной системы является метод конечных элементов (МКЭ). Расчетная модель здания выполняется в ПК «Лира» или «Софистик». Результаты подбора арматуры из «Лира-Арм» экспортируются в ПК AllPlan, или «Софистик», в котором в специальном модуле выполняется армирование как в автоматическом, так и в ручном режиме.

Контроль качества плитных железобетонных конструкций является важным этапом во всей технологической цепочке их устройства. Параметры ровности относятся к основным требованиям при приемке. Особое значение придается выявлению неправильного уклона плиты, не предусмотренного проектом. Выравнивание поверхности, уложенной бетонной смеси осуществляется виброрейкой по заранее установленному уровню, определяемому контурной опалубкой. В результате этого, большая часть поверхности бетонной смеси выравнивается, но в некоторых местах остаются воронки, незаполненные бетонной смесью. Применение механических затирочных и шлифовальных машин способствует увеличению показателей волнистости и уклона плиты. Сформированный профиль пола в виде волн описывается данными параметрами не только в их абсолютных величинах, но и в их частоте. Кроме того, формируются значения характеристик ровности плиты с одной или несколькими волнами такой же амплитуды.

Ровность бетонной плиты напрямую зависит от технологии укладки, состава и однородности бетона, способа и ритмичности его доставки на объект, технологии финишной отделки верхнего слоя, погоднo-климатических факторов, предопределяющих образование воздушных потоков, температурных перепадов на месте производства работ [12; 13]. Учет этих и других факторов требует высокой квалификации рабочих и точного соблюдения технологии, постоянного контроля за качеством работ на каждом этапе производства.

В соответствие с целью исследований определен параметр горизонтальности (уклона) пола  $F_l$ . В разных источниках он вычисляется на основании измерений перепада отметок точек, находящихся на расстоянии 3 м друг от друга и характеризует общий уклон пола [4; 16]. Данный показатель можно также получить с помощью профилеографа, кроме того, рассчитать математически по формулам, заложенным в его программное обеспечение [17; 18].

В качестве примера рассмотрим участок плиты пола одного из логистических центров Харькова размером 2400×4800 мм. Наметим 6 линий

измерений с шагом 300 мм. На каждой линии условно обозначим 14 точек измерений с тем же шагом. Определим отметки каждой точки относительно условного горизонта. Отметки могут определяться с помощью напольного профилеографа либо другого измерительного прибора соответствующего уровня точности. Обработка данных сводится к составлению табл.. 1.

Для получения показателя горизонтальности пола  $F_i$ , характеризующего его уклон, по каждой из линий измерений произведем вычисления. В качестве примера приведём последовательность обработки данных для вычисления значения  $F_i$  по линии 1.

Таблица 1

Данные измерений ровности пола по точкам

Линии измерений						
Точки	1	3	4	5	6	7
$h_0$	418,617	418,592	418,338	418,617	418,846	419,735
$h_1$	419,938	421,081	419,659	418,973	418,135	420,37
$h_2$	421,894	422,072	419,227	419,1	418,998	421,64
$h_3$	423,748	421,513	419,227	420,878	419,405	422,199
$h_4$	425,221	420,04	418,668	419,989	420,294	423,342
$h_5$	424,739	421,132	418,186	419,227	420,37	423,748
$h_6$	423,799	420,675	418,973	419,684	421,64	423,875
$h_7$	424,307	421,64	419,379	420,751	421,259	424,688
$h_8$	425,425	421,894	420,141	420,065	422,91	423,672
$h_9$	424,688	421,538	419,532	421,259	423,926	423,672
$h_{10}$	423,164	421,183	418,643	421,386	424,053	424,282
$h_{11}$	422,758	421,894	418,719	418,846	423,164	422,148
$h_{12}$	420,472	419,684	416,763	419,887	422,732	420,624
$h_{13}$	416,738	420,04	414,782	418,363	422,834	
$h_{14}$		417,982			421,513	

1. Вычисляем значения величины  $Z_i$  – перепада высот между всеми измеренными точками, расположенными на расстоянии 3 м друг от друга.

$$Z_i = h_i - h_{i-10}, \text{ мм}, \quad (1)$$

где  $i \geq 10$ .

Параметр  $Z_i$  характеризует положительный или отрицательный уклон линии измерения плиты. Если предыдущее значение меньше последующего, то ему можно присвоить положительный знак и наоборот. Взяв значения с  $Z_{10}$  до  $Z_{13}$  для линии измерения 1 из таблицы 1, получим:

$$Z_{10} = h_0 - h_{10} = 418,617 - 423,164 = -4,547 \text{ мм}$$

$$Z_{11} = h_1 - h_{11} = 419,938 - 422,758 = -2,819 \text{ мм}$$

$$Z_{12} = h_2 - h_{12} = 421,894 - 420,472 = 1,422 \text{ мм}$$

$$Z_{13} = h_3 - h_{13} = 423,748 - 416,738 = 7,010 \text{ мм}$$

Расчёт по всем линиям измерений сводим в таблицу 2.

Таблица 2

**Перепад высот между точками по линиям измерения через каждые 3 м**

Линия измерения						
Точки	1	2	3	4	5	6
$Z_{10}$	4,547	2,591	0,305	2,769	5,207	4,547
$Z_{11}$	2,819	0,813	-0,940	-0,127	5,029	1,778
$Z_{12}$	-1,422	-2,388	-2,464	0,787	3,734	-1,016
$Z_{13}$	-7,010	-1,473	-4,445	-2,515	3,429	
$Z_{14}$		-2,057			1,219	

2. Суммируем полученные значения от  $Z_{10}$  до  $Z_{13}$ :

$$\sum_{i=10}^{n_j-1} Z_i = Z_{10} + Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + \dots + Z_{n-1}, \text{ мм} \quad (2)$$

$$\sum_{i=10}^{n_j-1} Z_i = 4,547 + 2,819 - 1,422 - 7,010 = -1,066 \text{ мм}$$

3. Вычисляем  $\bar{Z}_{i_j}$  – среднее значение  $(n_j - 10)$  точек измерения:

$$\bar{Z}_{i_j} = \frac{\sum_{i=10}^{n_j-1} Z_i}{n_j - 10}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$Z_{i_j} = \frac{-1,066}{4} = -0,267, \quad n_j = 14 \quad (\text{т. к. точек измерения 4}).$$

4. Вычисляем сумму квадратов  $Z_i$  для всех точек измерения:

$$\sum_{i=10}^{n_j-1} Z_i^2 = (Z_{10})^2 + (Z_{11})^2 + (Z_{12})^2 + \dots + (Z_{n_j-1})^2, \text{ мм}^2 \quad (4)$$

$$\sum_{i=10}^{n_j-1} Z_i^2 = (4,547)^2 + (2,819)^2 + (-1,422)^2 + (-7,010)^2 = 79,784 \text{ мм}^2$$

5. Вычисляем  $V_{Z_i}$  – отклонение величины  $Z_i$ :

$$V_{z_j} = \frac{\sum_{i=10}^{n_j-1} Z_i^2 - \bar{Z}_{i_j} \sum_{i=10}^{n_j-1} Z_i}{n_j - 11}, \text{ мм}^2 \quad (5)$$

$$V_{z_j} = \frac{79,784 - (-0,267)(-1,066)}{3} = 26,49 \text{ мм}^2$$

6. Вычисляем  $S_{z_j}$  – стандартную девиацию  $Z_j$  – измерений:

$$S_{z_j} = \sqrt{S_{z_j}}, \text{ мм} \quad (6)$$

$$S_{z_j} = \sqrt{26,49} = 5,148 \text{ мм}$$

7. Определяем  $F_l$  – показатель горизонтальности:

$$F_{l_i} = \left( \frac{314,67}{3S_{z_i} + |\bar{Z}_{i_j}|} \right) \quad (7)$$

$$F_{l_i} = \frac{314,67}{(3,5,148+0,267)} = 20$$

Результаты расчета  $F_{li}$  по всем 6 линиям, расположенным на расстоянии 3 м друг от друга сводим в таблицу 3.

Таблица 3

### Результаты расчёта показателя $F_{li}$ по линиям

Линия измерения	1	2	3	4	5	6
Показатель горизонтальности плиты $F_{li}$	20,0	45,6	39,2	46,2	36,9	31,1
Кол-во точек измерения по линии $r$	4	5	4	4	5	3

Общая горизонтальность плиты рассчитывается, исходя из значений горизонтальности каждой из шести линий (табл. 3):

$$F_{j+k} = F_j F_k \sqrt{\frac{r_j + r_k}{r_k F_j^2 + r_j F_k^2}}, \quad (8)$$

где  $F_{j+k}$  – показатель горизонтальности, получаемый сложением показателей по линиям  $j$  и  $k$ ;

$F_j$  – показатель горизонтальности по линии  $j$ ;

$F_k$  – показатель горизонтальности по линии  $k$ ;

$r_j$  – количество показаний  $q_i$  или  $z_i$  по линии  $j$  для получения  $F_j$ ;

$r_k$  – количество показаний  $q_i$  или  $z_i$  по линии  $k$  для получения  $F_k$ .

Если  $F_{L1}=20$ ,  $F_{L2}=45,6$ ,  $r_q=4$ ,  $r_{q2}=5$ , получаем:

$$F_{L(1+2)} = 20 \cdot 45,6 \sqrt{\frac{4 + 5}{5 \cdot (20)^2 + 4 \cdot (45,6)^2}} = 27.$$

Последовательно подставляя значения, получаем:  $F_{L(1+2)+3}=29,5$ ;  $F_{L(1+2)+4}=31,8$ ;  $F_{L(1+2)+5}=32,8$ ;  $F_{L(1+2)+6}=32,6$ . Таким образом, общий показатель горизонтальности пола составляет 32,6. Данное значение сравнивается с нормативным [11], где предусмотрена классификация плитных конструкций по ровности в зависимости от назначения помещения. В данном случае значение показателя  $F_L$  соответствует значениям, предусмотренным для складских зданий.

В связи с широким внедрением в Украине систем транспортной логистики обработка грузов на больших складских площадях требует нового подхода к вопросам качества при устройстве плитных железобетонных конструкций. При больших объемах работ по устройству полов на таких специфических объектах может образовываться уклон всей плиты пола, не предусмотренный проектом. Точность и скорость установки стеллажного оборудования и дальнейшая эффективная и безаварийная работа склада, в т.ч., имеющихся там транспортных средств напрямую связаны с показателями ровности пола.

**Выводы.** Действующие в Украине нормы и методики не учитывают показателя горизонтальности (уклона) плитных конструкций. В связи с этим

целесообразно применять комплекс решений по рулонному армированию и приведенные результаты исследований с использованием соответствующих измерительных приборов с дальнейшей математической обработкой. Это даст возможность прогнозировать параметр горизонтальности (уклона) плиты при сокращении сроков строительства и повышении качества работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Армирование* элементов железобетонных зданий. Пособие по проектированию. – М.: НИЦ Строительство, НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, ЗАО КТБ НИИЖБ, 2007. – 182 с.
2. *Бондаренко В. М.* Железобетонные и каменные конструкции / В. М. Бондаренко. – М.: Высшая школа. 2007. – 888 с.
3. *Габрусенко В. В.* Влияние дефектов заводской технологии на прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных конструкций / В. В. Габрусенко. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 44 с. : ил., табл.
4. *Комаров Д. Б.* Устройство сверхплоских полов для складов – проблемы и решения / Д. Б. Комаров // Современный склад. – 2003. – № 3. – С.13 – 14.
5. *Маилян Р. Л.* Строительные конструкции / Р. Л. Маилян, Д. Р. Маилян, Ю. А. Веселев. Изд. 2-е. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 880 с.
6. *Малатян С. А.* Арматура железобетонных конструкций / С. А. Малатян. – М.: Воентехлит, 2000. – С. 256.
7. *Пособие* по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП52-101-2003). – М.: ОАО ЦНИИПромзданий, 2005. – 214 с.
8. *Рекомендации* по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. – М.: ГУПНИАЦ, 2005.
9. *СП 63.13330.2012.* Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: ФАУ ФЦС, 2012. – 155 с.
10. *Тихонов И. Н.* О нормировании анкеровки стержневой арматуры / И. Н. Тихонов, В. З. Мешков, Т. Н. Судаков // Бетон и железобетон. – 2006. – № 3. – С. 2 – 7.
11. *ACI 302.1R-04.* Guide for concrete and slab construction / American concrete institute. – USA, 2004. – 120p.
12. *ASTM E 1155M-96* (Reapproved 2001). Standard test method for determining FF floor flatness and FL floor levelness numbers / Stanford linear accelerator center alignment engineering group. – USA, 2003. – 9 p.



13. *ASTM E 1155-96* (Reapproved 2001). Standard test method for determining FF floor flatness and FL floor levelness numbers / ASTM International. – USA, 2003. – 9 p.

14. *BAMTEC® Reinforcement Technology International* –[Електронний ресурс] : система BAMTEC. –Режим доступу: [http://www.bamtec.com/Bamtec\\_ru/index.htm](http://www.bamtec.com/Bamtec_ru/index.htm).

15. *Eurocode 2: Design of concrete structures*. – Part 1-1: General rules and rules for buildings, 2004.

16. *Williamson N.* Superflat floor construction – how easy is it? / Neil Williamson // The concrete society. Concrete. – UK, 2005. – № 9. – Pp. 32 – 33.

17. <http://www.allenface.com>.

18. <http://www.thefloorpro.com>.

Стаття надійшла 19. 04. 2014 р.

УДК 339.03: 69.003

Є.В. Скакун

## СУЧАСНІ КРИТЕРІЇ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ В БУДІВНИЦТВІ

### АНОТАЦІЯ

*У роботі пропонується підхід до реалізації важливої структурної складової процесу відбору, аналізу та алгоритму дій з формування привабливого інвестиційного портфелю. Провідною передумовою такого підходу стало питання аналізу та експертизи відповідно до привабливості інвестиційних проектів у сучасних умовах.*

**Ключові слова:** *інвестиційний портфель, ступінь ризику, інвестиційний цикл, керівник проекту, інвестор (замовник) проекту.*

### АННОТАЦИЯ

*В работе предлагается подход к реализации важной структурной составляющей процесса отбора, анализа и алгоритма действий по формированию привлекательного инвестиционного портфеля. Ведущей предпосылкой такого подхода стал вопрос анализа и экспертизы в соответствии с привлекательностью инвестиционных проектов в современных условиях.*

**Ключевые слова:** *инвестиционный портфель, степень риска, инвестиционный цикл, руководитель проекта, инвестор (заказчик) проекта.*